

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06333982 A**(43) Date of publication of application: **02 . 12 . 94**

(51) Int. Cl.

H01L 21/60
H01L 21/603
H01L 21/321

(21) Application number: **05116266**(22) Date of filing: **19 . 05 . 93**(71) Applicant: **HITACHI LTD HITACHI VLSI ENG
CORP**

(72) Inventor: **SUWA MOTOHIRO
 TAKAHASHI HIROYUKI
 NISHIUMA MASAHICO
 KAMATA CHIYOSHI**

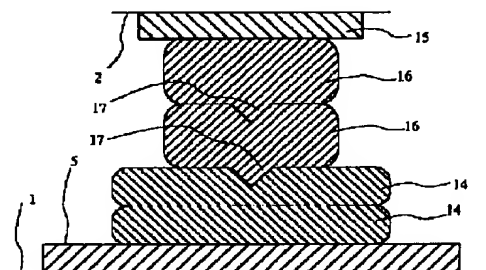
**(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR
 INTEGRATED CIRCUIT DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: To improve the reliability on connection between a semiconductor chip and a wiring board, in mounting technology of face down bonding a semiconductor chip on a wiring board.

CONSTITUTION: This manufacture comprises a process of forming an Au ball 16 provided with an anchor part 17 having a pointed tip on the electrode pad 15 of a semiconductor chip 2, a process of forming an Au land 14 by flattening the Au ball junctioned on the electrode 5 of a wiring board 1, and a process of heating the Au ball 16 and the Au land 14, respectively, so as to soften them, and then, junctioning both by thermocompression bonding, and burying the anchor part 17 of the Au ball 16 in the Au land 14.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

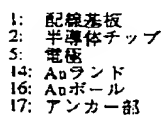


THIS PAGE BLANK (USPTO)

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成6年(1994)12月2日

C



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体チップの電極パッド上に先端の尖ったアンカー部を設けた金属ボールを形成する工程、配線基板の電極上に金属ボールを接合した後、前記金属ボールの上面を平坦化して金属ランドを形成する工程、前記半導体チップの金属ボールおよび前記配線基板の金属ランドのそれぞれを加熱により軟化させた後、前記金属ボールと前記金属ランドとを熱圧着により接合し、前記金属ボールのアンカー部を前記金属ランドに埋め込む工程を有することを特徴とする半導体集積回路装置の製造方法。

【請求項 2】 前記半導体チップの金属ボールを前記金属ボールを構成する金属の再結晶温度よりも低い温度で加熱し、前記配線基板の金属ランドを前記金属ランドを構成する金属の再結晶温度よりも高い温度で加熱することを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路装置の製造方法。

【請求項 3】 前記半導体チップの電極パッド上に金属ボールを接合した後、前記金属ボールのアンカー部の先端を軽く平坦化することを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路装置の製造方法。

【請求項 4】 前記金属ボールの平坦化による金属ランドの形成と、前記金属ランドと前記金属ボールとの熱圧着による接合を同一の装置を使って行うことを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路装置の製造方法。

【請求項 5】 加熱、超音波または両者のエネルギーを利用したボールボンディング法によって前記金属ボールを接合することを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路装置の製造方法。

【請求項 6】 前記配線基板の電極上に金属ボールを接合した後、前記金属ボールに半導体チップと同じ平坦度を有するダミーチップを圧接して金属ランドを形成することを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路装置の製造方法。

【請求項 7】 前記半導体チップの電極パッドおよび前記配線基板の電極の少なくとも一方に複数の金属ボールを接合することを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路装置の製造方法。

【請求項 8】 前記金属ボールは展延性を有する金属で構成されることを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路装置の製造方法。

【請求項 9】 前記金属ボールは Au で構成されることを特徴とする請求項 8 記載の半導体集積回路装置の製造方法。

【請求項 10】 半導体チップの電極パッド上に先端の尖ったアンカー部を設けた金属ボールを接合する工程、配線基板の主面上に導電性フィルムで構成された電極を形成する工程、前記金属ボールを前記電極に圧接して前記アンカー部を前記電極に埋め込む工程を有することを特徴とする半導体集積回路装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体集積回路装置の製造技術に関し、特に、半導体チップを配線基板にフェイスダウンボンディングする技術に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 ゲートアレイやマイクロコンピュータのような多くの入出力端子を備えた半導体チップの電極接続技術として、フリップチップボンディング方式が知られている。周知の代表的なフリップチップボンディング方式は、半導体チップの電極パッド上に半田で構成したボール状のバンプ電極（CCB バンプ）を形成し、このバンプ電極を介して半導体チップと配線基板とを電気的に接続する CCB (Controlled Collapse Bonding) 方式である。

【 0 0 0 3 】 上記 CCB 方式によれば、半導体チップの周辺部のみならず中央部にも電極パッドを設けることができるので、ワイヤボンディング方式に比べて LSI の多ピン化を促進することができ、かつ半導体チップ内部の配線長を短くすることができるので、LSI の高速化を促進することができる。

【 0 0 0 4 】 上記 CCB 方式は、通常、半田蒸着法を用いて半導体チップの電極パッド上に CCB バンプを形成する。この半田蒸着法では、まず、電極パッドの表面に Cr、Cr/Cu、Cu および Au などの金属薄膜（BLM; Ball Limiting Metalization）を蒸着する。この金属薄膜は、電極パッド上に形成した CCB バンプが製造工程途中の熱履歴によって拡散するのを防止するために設けられる。次に、半導体チップの全面に半田（Sn/Pb 合金）の薄膜を蒸着した後、リフトオフ法によって電極パッド上のみに半田薄膜を残す。次に、この半田薄膜を加熱、熔融すると、表面張力によってボール状になった CCB バンプが電極上に形成される。このようにして形成した CCB バンプを介して半導体チップと配線基板とを電気的に接続するには、配線基板の電極上に半導体チップの CCB バンプを重ね合わせ、CCB バンプを加熱、再熔融（リフロー）する。

【 0 0 0 5 】 なお、上述した CCB バンプの形成方法については、例えば日本金属学会会報第 23 巻第 12 号（1984 年）P1004～P1013 や電気学会研究会資料（1989 年 3 月 17 日版）P46 などに詳しい記載がある。また、配線基板上に CCB 方式で実装した半導体チップをキャップで気密封止した LSI パッケージについては、例えば特開昭 62-249429 号公報や特開昭 63-310139 号公報などに記載がある。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】 上記 CCB 方式は、LSI の多ピン化、高速化に好適な実装方式であるが、次のような欠点もある。

【 0 0 0 7 】 (1). 熱疲労破壊が生じ易い半田（Pb/S

n 合金) を使って C C B パンプを形成するのでパンプの寿命が短く、長期間に渡って高い接続信頼性を確保することが難しい。

【 0 0 0 8 】 (2) . C C B パンプの形成に高価な蒸着設備や煩雑なリフトオフ工程を必要とするので、製造コストが高くなる。

【 0 0 0 9 】 (3) . 配線基板の電極上に半導体チップの C C B パンプを重ね合わせた後、C C B パンプを加熱、リフローする工程へと搬送する途中で、振動などによって電極と C C B パンプの位置ずれが生じ易い。

【 0 0 1 0 】 本発明者らは、公知技術ではないが、上述した C C B 方式の欠点を改善するために新たな実装技術の開発を行ってきた。この実装技術の概略は、まず、配線基板の電極上および半導体チップの電極パッド上にそれぞれボールボンディング法を用いて金属 (例えば A u) ボールを形成した後、配線基板側の金属ボールを平坦化して高さを揃え、次いで、この金属ボールと半導体チップ側の金属ボールとを重ね合わせて両者を熱圧着で接合するというものである。

【 0 0 1 1 】 上記の実装技術によれば、熱疲労破壊が生じ易い半田を使用しないので、半導体チップと配線基板の接続部の信頼性を向上させることができる。また、既存のワイヤボンディング装置を使って金属ボールを形成するので、C C B 方式のような高価な蒸着設備や煩雑なリフトオフ工程が不要となり、製造コストを低減することができる。

【 0 0 1 2 】 ところが、上記の実装技術は、配線基板側の金属ボールと半導体チップ側の金属ボールとを重ね合わせたときに二つの金属ボールの中心位置が僅かにずれたり、半導体チップの背面に加える荷重の向きが配線基板の主面に対して垂直な方向から僅かにずれたりすると、半導体チップ側の金属ボールが横方向に滑ってしまい、金属ボール同士の接着不良が生じるという問題がある。また、配線基板側の金属ボールと半導体チップ側の金属ボールを正確に重ね合わせても、熱圧着工程へ搬送する途中で位置ずれが生じ、金属ボール同士の接着不良が生じるという問題もある。

【 0 0 1 3 】 本発明の目的は、配線基板上に半導体チップをフェイスダウンボンディングする実装技術において、半導体チップと配線基板との接続信頼性を向上させることのできる技術を提供することにある。

【 0 0 1 4 】 本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】 本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を説明すれば、下記のとおりである。

【 0 0 1 6 】 (1) . 請求項 1 記載の発明は、半導体チップの電極パッド上に先端の尖ったアンカー部を備えた金属

ボールを形成する工程、配線基板の電極上に金属ボールを接合した後、前記金属ボールの上面を平坦化して金属ランドを形成する工程、前記半導体チップの金属ボールと前記配線基板の金属ランドとを加熱して軟化させた後、前記金属ボールと前記金属ランドとを重ね合わせて両者を熱圧着すると共に、前記金属ボールのアンカー部を前記金属ランドに埋め込む工程を有する半導体集積回路装置の製造方法である。

【 0 0 1 7 】 (2) . 請求項 2 記載の発明は、前記請求項 1 記載の発明において、前記半導体チップの金属ボールを前記金属ボールを構成する金属の再結晶温度よりも低い温度で加熱して軟化させ、前記配線基板の金属ランドを前記金属ランドを構成する金属の再結晶温度よりも高い温度で加熱して軟化させるものである。

【 0 0 1 8 】 (3) . 請求項 3 記載の発明は、前記請求項 1 記載の発明において、前記半導体チップの電極パッド上に金属ボールを接合した後、前記金属ボールのアンカー部の先端を軽く平坦化するものである。

【 0 0 1 9 】 (4) . 請求項 4 記載の発明は、前記請求項 1 記載の発明において、前記金属ボールの平坦化による金属ランドの形成と、前記金属ランドと前記金属ボールとの熱圧着による接合を同一の装置を使って行うものである。

【 0 0 2 0 】 (5) . 請求項 1 0 記載の発明は、半導体チップの電極パッド上に先端の尖ったアンカー部を設けた金属ボールを接合する工程、配線基板上に導電性フィルムからなる電極を形成する工程、前記金属ボールを前記電極に圧接することにより、前記金属ボールのアンカー部を前記電極に埋め込む工程を有する半導体集積回路装置の製造方法である。

【 0 0 2 1 】

【作用】 上記した手段 (1) によれば、半導体チップの金属ボールに設けたアンカー部が配線基板の金属ランドに食い込むことによって金属ボールの滑りが防止できるので、金属ボールと金属ランドとを確実に接続することができる。

【 0 0 2 2 】 上記した手段 (2) によれば、配線基板の金属ランドが半導体チップの金属ボールよりも軟らかくなるので、金属ボールのアンカー部を少ない荷重で確実に金属ランドに埋め込むことができる。

【 0 0 2 3 】 上記した手段 (3) によれば、配線基板のすべての金属ランドの高さと半導体チップのすべての金属ボールの高さを揃えることができるので、熱圧着時にすべての金属ランドと金属ボールに均等の荷重を印加することができる。

【 0 0 2 4 】 上記した手段 (4) によれば、半導体チップの金属ボールの先端面と配線基板の金属ランドの上面とが完全に平行になるので、熱圧着時にすべての金属ランドと金属ボールに均等の荷重を印加することができる。

【 0 0 2 5 】 上記した手段 (5) によれば、半導体チップ

の金属ボールに設けたアンカー部が配線基板の電極に食い込むことによって両者を確実に接続することができる。

【 0 0 2 6 】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

【 0 0 2 7 】（実施例 1）図 1 は、本発明の一実施例である半導体集積回路装置の要部を示す概略断面図である。

【 0 0 2 8 】本実施例の半導体集積回路装置は、配線基板 1 の主面上にフェイスダウンボンディング方式で実装した半導体チップ 2 をキャップ 3 で気密封止したパッケージ構造を有している。半導体チップ 2 は、例えば GaAs などの化合物半導体からなり、その素子形成面には、10 GHz 以上の高周波で動作する LSI が形成されている。

【 0 0 2 9 】上記配線基板 1 は、アルミナ、窒化アルミニウムなどのセラミックで構成され、その主面には配線 4 および電極 5 が設けられている。配線基板 1 の内層には、GND 配線 6 および電源配線 7 が設けられている。GND 配線 6 および電源配線 7 は、スルーホール 8 を通じて配線 4（電極 5）と電気的に接続されている。配線 4、電極 5、GND 配線 6 および電源配線 7 は、スクリーン印刷法で印刷した W（タングステン）などの高融点金属の厚膜で構成され、配線 4 および電極 5 の表面には Au のメッキが施されている。

【 0 0 3 0 】上記配線基板 1 の主面の外周部には、パッケージの外部端子を構成する複数本のリード 9 が設けられている。リード 9 は、42 アロイ、コパールなどの金属で構成され、ろう材 10 によって配線 4 の上面に接合されている。

【 0 0 3 1 】上記配線基板 1 の裏面には、GND メタライズ 11 が設けられている。GND メタライズ 11 は、配線基板 1 の裏面の全面に設けられ、スルーホール 8 を通じて GND 配線 6 と電気的に接続されている。GND メタライズ 11 は、W などの高融点金属の厚膜で構成され、その表面には Au のメッキが施されている。

【 0 0 3 2 】上記 GND メタライズ 11 の下面には、配線基板 1 と略同一の外形寸法を有する金属ベース 12 が設けられている。金属ベース 12 は、例えば 10 % の Cu を含む W/Cu 合金で構成され、ろう材 13 によって GND メタライズ 11 に接合されている。金属ベース 12 は、GND 電位の安定化、パッケージの補強およびヒートシンクの役割を兼ねている。

【 0 0 3 3 】上記配線基板 1 の電極 4 上には、後述する方法で上面を平坦化した Au ランド 14 が設けられている。図 1 には、電極 4 上に Au ランド 14 を二個重ねて接合した例を示したが、Au ランド 14 は一個でもよく、また三個以上重ねてもよい。他方、半導体チップ 2 の電極パッド 15 上には、Au ランド 14 よりも小径の

Au ボール 16 が設けられている。図 1 には、電極パッド 15 上に Au ボール 16 を二個重ねて接合した例を示したが、Au ボール 16 は一個でもよく、また三個以上重ねてもよい。

【 0 0 3 4 】上記配線基板 1 と半導体チップ 2 とは、上記 Au ランド 14 と Au ボール 16 とを熱圧着することによって電気的に接続されている。図 2 に拡大して示すように、半導体チップ 2 の Au ボール 16 には、先端の尖ったアンカー部 17 が設けられ、このアンカー部 17 が配線基板 1 の電極 4 上の Au ランド 14 に埋め込まれている。

【 0 0 3 5 】上記配線基板 1 の主面の外周部には、ダム枠 18 が半導体チップ 2 を囲むように設けられている。ダム枠 18 は、アルミナ、窒化アルミニウムなどのセラミックで構成され、ろう材 19 によって配線基板 1 の主面上に接合されている。

【 0 0 3 6 】上記ダム枠 18 の上面には、半導体チップ 2 を封止するためのキャップ 3 が設けられている。キャップ 3 は、Au のメッキを施した 42 アロイなどの金属板で構成され、メタライズ 20 およびろう材 19 を介してダム枠 18 に接合されている。

【 0 0 3 7 】次に、上記の構成を備えた半導体集積回路装置の製造方法を図 3～図 22 を用いて説明する。

【 0 0 3 8 】まず、図 3 に示すように、素子形成面に多数の電極パッド 15 を形成した半導体チップ 2 を用意する。この電極パッド 15 は Au で構成されている。次に、図 4 に示すように、加熱、超音波または両者のエネルギーを用いた周知のボールボンディング法によって、電極パッド 15 上に Au ボール 16 を形成する。

【 0 0 3 9 】すなわち、上記半導体チップ 2 を図示しないワイヤボンディング装置のステージ上に位置決めし、図 4 (a) に示すように、Au ワイヤ 103 の先端にトーチ 102 を用い金ボール 16 を形成する。これを同図 (b) のように、電極パッド 15 上に接合する。次に同図 (c) のようにキャピラリ 101 のみを持ち上げた後、同図 (d) のように Au ワイヤ 103 を引き上げ、Au ボール 16 のネック部で切断すると、Au ボール 16 の上端部に先端の尖ったアンカー部 17 が形成される。この Au ボール 16 の外形寸法の一例を同図 (e) に示す（寸法単位は μm ）。

【 0 0 4 0 】次に、同様の方法で上記 Au ボール 16 の上にもう一個の Au ボール 16 を接合する。このようにして、すべての電極パッド 15 上に順次 Au ボール 16 を形成し、図 5 に示すような半導体チップ 2 を得る。

【 0 0 4 1 】他方、図 6 に示すような多数の電極 5 を形成した配線基板 1 を用意し、上述したボールボンディング法によって電極 5 上に Au ボール 22 を二個重ねて接合することにより、図 7 に示すような配線基板 1 を得る。この Au ボール 22 の外形寸法は、半導体チップ 2 の電極パッド 15 上に形成した Au ボール 16 と同じで

ある。なお、このAuボール22の上端部にもアンカー部17が形成されるが、その図示は省略する。

【0042】上記配線基板1の電極5上にAuボール22を形成するときは、半導体チップ2の電極パッド15上にAuボール16を形成するときに用いたボンディング座標をミラー反転させた座標を用いる。このようにすると、電極5の位置が印刷ずれや配線基板1の収縮公差などによって設計座標からずれている場合でも、Auボール22の中心位置とAuボール16の中心位置とを高い精度で一致させることができる。

【0043】次に、図8に示すような水平なステージ114上に配線基板1を載置し、上方からAuボール22にツール110を圧接してその上面を平坦化することにより、配線基板1の電極5上に図9に示すようなAuランド14を形成する。このときAuボール22に加える荷重は、Auボール22一個当たり300gf程度である。また、ツール110は、その底面を高精度に平坦化しておく。さらに、ツール110を400℃程度に加熱しておくことにより、Auボール22に加える荷重を小さくすることができる。

【0044】このように、配線基板1上のすべてのAuボール22を同時に一括して平坦化することにより、配線基板1の主面の反りやうねりに起因するAuボール22の高さのばらつきを吸収できるので、すべての電極5上のAuランド14の高さを高精度に揃えることができる。

【0045】次に、図10に示すように、電極パッド15上にAuボール16を形成した前記の半導体チップ2を熱圧着用のツール111の底面に取付け、この半導体チップ2のAuボール16とこれに対応する配線基板1のAuランド14とを重ね合わせて両者を熱圧着により接合する。

【0046】半導体チップ2のAuボール16と配線基板1のAuランド14を正確に重ね合わせるには、まず、図11(a)に示すように、ハーフミラー112と画像解析装置113とを使って半導体チップ2のAuボール16のパターンを認識し、次に、同図(b)に示すように、ハーフミラー112を90°回転して配線基板1のAuランド14のパターンを認識する。次に、半導体チップ2を前後、左右に移動あるいは回転させてAuボール16のパターンの画像とAuランド14のパターンの画像とを重ね合わせた後、同図(c)に示すように、ツール111を配線基板1上に下降させ、すべてのAuボール16とAuランド14を同時に一括して熱圧着する。このとき、前記図2に示したように、Auボール16のアンカー部17がAuランド14に埋め込まれる。

【0047】上記の熱圧着を行うときは、半導体チップ2のAuボール16をAuの再結晶温度(約300℃)よりも低い温度(約250℃)に加熱し、配線基板1のAuランド14をAuの再結晶温度よりも高い温度(約

350℃)に加熱する。このようにすると、配線基板1のAuランド14が半導体チップ2のAuボール16よりも軟らかくなるので、少ない荷重でAuボール16のアンカー部17を確実にAuランド14に埋め込むことができる。

【0048】これに対し、図12に示すように、半導体チップ2の電極パッド(15)上にアンカー部17の無いAuボール16を形成し、このAuボール16と配線基板1のAuランド14とを熱圧着で接合する場合は、Auボール16の中心位置とAuランド14の中心位置とが僅かにずれたり、半導体チップ2の背面に加える荷重の向きが配線基板1の主面に対して垂直な方向から僅かにずれたりしただけでも、Auボール16が横方向に滑るので、Auボール16とAuランド14の接合不良が生じ易い。

【0049】しかしながら、Auボール16の上端部にアンカー部を設ける本実施例によれば、このアンカー部17がAuランド14に食い込むことによってAuボール16の滑りが防止されるので、Auボール16とAuランド14とを確実に接合することができる。

【0050】また、上記の熱圧着は、配線基板1の電極5上のAuボール22を平坦化するときには使用したステージ114およびツール110(図8参照)を使って行うのがよい。

【0051】すなわち、上記Auボール22を平坦化するときには、ステージ114の上面とツール110の底面とが平行になっている必要があるが、加工上の限界があるので、完全には平行になっていない。そのため、ステージ114上に載置した配線基板1のAuボール22にツール110を圧接してAuランド14を形成すると、図13に示すように、ツール110の底面とステージ114の上面との相対的な傾きに比例して高さが不揃いになったAuランド14ができてしまう。

【0052】そのため、図14に示すように、上記ツール110およびステージ114とは別のツール111およびステージ115を使って熱圧着を行うと、このツール111の底面とステージ115の上面との相対的な傾きは、上記ツール110の底面とステージ114の上面との相対的な傾きとは異なるので、配線基板1のAuボール22と半導体チップのAuボール16とを重ね合わせたとき、Auボール16の先端面とAuランド14の上面とが平行にならない。その結果、すべてのAuボール16とAuランド14を同じ荷重で均等に熱圧着することができず、一部のAuボール16とAuランド14の間で片浮きが発生する。

【0053】これに対し、配線基板1のAuボール22を平坦化するときには使用したステージ114およびツール110を使ってAuボール16とAuランド14を熱圧着する場合は、ステージ114の上面とツール110の底面との相対的な傾きがAuボール22を平坦化する

ときと、Auボール16とAuランド14を熱圧着するときとで変わらないので、図15に示すように、ツール110の底面に保持した半導体チップ2のAuボール16の先端面とステージ114上に載置した配線基板1のAuランド14の上面とが完全に平行になり、すべてのAuボール16とAuランド14を同じ荷重で均等に熱圧着することができる。

【0054】上記のような片浮きに起因するAuボール16とAuランド14との接合不良を防止するには、一例として次のような方法で平坦化および熱圧着を行う。

【0055】まず、図16に示すように、ステージ114上に配線基板1を載置し、上方からAuボール22にツール110を圧接してAuランド14を形成する。このとき、ツール110の底面とステージ114の上面との相対的な傾きに比例して高さが不揃いになったAuランド14ができる。

【0056】次に、図17に示すように、上記ツール110とは別の仮止め用ツール116を使って半導体チップ2のAuボール16とこれに対応する配線基板1のAuランド14とを重ね合わせる。このとき、半導体チップ2の背面に加える荷重を小さくし、Auボール16とAuランド14との接合を不完全にしておく。この場合、両者の接合が不完全であっても、Auボール16に設けたアンカー部17がAuボール16に軽く食い込むので、両者の位置がずれたりすることはない。

【0057】次に、図18に示すように、配線基板1のAuボール22を平坦化するときには使用したツール110を再度使用して半導体チップ2の背面に大きい荷重を加え、Auボール16とAuランド14の接合を完全なものにする。このとき、ステージ114の上面とツール110の底面との相対的な傾きは、Auボール22を平坦化したときと同じ傾きであるため、Auボール16の先端面とAuランド14の上面とが完全に平行になり、すべてのAuボール16とAuランド14を均等の荷重で接合することができる。また、この方法では、平坦化と熱圧着とを同一のステージ114上で行うので、配線基板1を平坦化工程から熱圧着工程へと搬送する必要がない。そのため、配線基板1の搬送中に生じ易いAuボール16の位置ずれも回避することができる。

【0058】Auボール22の平坦化およびAuボール16とAuランド14の熱圧着は、次のような方法で行うこともできる。

【0059】まず、図19に示すように、ツール110の底面に半導体チップ2とほぼ同じ平坦度を有するダミーチップ117を取付け、このダミーチップ117の底面をステージ114上に載置した配線基板1のAuボール22に圧接してAuランド14を形成する。このとき、ダミーチップ117の底面にダイヤモンドのような硬度の高い薄膜をコーティングしておく、ダミーチップ117の欠けや底面の磨耗を防止することができる。

次に、図20に示すように、ツール110の底面からダミーチップ117を取り外して半導体チップ2を取付け、この半導体チップ2のAuボール16と配線基板1のAuランド14を重ね合わせて熱圧着により接合する。

【0060】上記第二の方法でも、平坦化と熱圧着とを同一のステージ114およびツール110を使って行うので、すべてのAuボール16とAuランド14を均等の荷重で接合することができる。また、通常半導体チップ2の表面は、ツール110の底面よりも遙に平坦度が高いので、この半導体チップ2とほぼ同じ平坦度のダミーチップ117をAuボール22に圧接してAuランド14を形成することにより、ツール110の底面の粗さに起因するAuランド14の高さのばらつきが無視できる程度まで低減され、Auボール16とAuランド14を高精度に重ね合わせて接合することができる。

【0061】図21は、上述した方法で半導体チップ2を実装した配線基板1である。その後、配線基板1のダム枠18の上面にキャップ3を接合することにより、前記図1に示す半導体集積回路装置が完成する。図22は、以上説明した製造工程のフロー図である。

【0062】（実施例2）図23に示すように、本実施例では、半導体チップ2の電極パッド15上にアンカー部17を有するAuボール16を形成した後、アンカー部17の先端をアンカー部17が潰れない程度に軽く平坦化する。これによって、配線基板1のAuランド14のみならず、半導体チップ2のAuボール16の高さも揃えることができるので、Auボール16とAuランド14を高精度に重ね合わせて接合することができる。

【0063】アンカー部17の先端を平坦化するには、前述したボールボンディング法で半導体チップ2の電極パッド15上にAuボール16を形成した後、図24に示すように、平坦化用のツール110の底面をAuボール16に軽く圧接し、すべてのAuボール16のアンカー部17を同時に一括して平坦化する。このときの荷重は、Auボール16一個あたり50gf程度である。

【0064】その後、前記実施例で説明した方法によってAuボール16とAuランド14を重ね合わせ、熱圧着により接合する。このとき、図25に示すように、Auボール16のアンカー部17がAuランド14に埋め込まれる。図26は、以上説明した製造工程のフロー図である。

【0065】（実施例3）本実施例では、配線基板1の電極5上にAuランド14を形成する前記の手段に代えて、この電極5を導電性の合成樹脂フィルムで構成している。

【0066】上記配線基板1に半導体チップ2をフェイスダウンボンディングするには、前述した方法で半導体チップ2の電極パッド15上にAuボール16を形成した後、図27に示すように、このAuボール16と電極

5とを重ね合わせ、半導体チップ2の背面に荷重を加えるだけでよい。このとき、電極5は、Auボール16よりも軟らかい合成樹脂で構成されているので、図28に示すように、Auボール16のアンカー部17が容易に電極5に埋め込まれ、電極5とAuボール16とが確実に接続される。

【0067】このように、本実施例によれば、配線基板1と半導体チップとを簡単に、かつ確実に接続することができる。なお、配線基板1の電極23は、導電性ゴムなどの軟質材料で構成してもよい。

【0068】以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいふまでもない。

【0069】前記実施例では、半導体チップの電極パッド上および配線基板の電極上にボールボンディング法でAuボールを接合したが、ボール材料は、Auに限定されるものではなく、展延性を有し、熱圧着で接合可能な他の金属を使用することもできる。

【0070】

【発明の効果】本願によって開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下の通りである。

【0071】(1). 本発明によれば、半導体チップの電極パッド上に形成した金属ボールのアンカー部が配線基板の電極上に形成した金属ランドに食い込むことによって金属ボールの滑りが防止されるので、金属ボールと金属ランドとを確実に接続することができ、半導体チップと配線基板との接続信頼性が向上する。

【0072】(2). 本発明によれば、半田に比べて熱疲労破壊が生じ難い金属ボールを使って半導体チップと配線基板とを接続するので、接続部の寿命を向上させることができる。

【0073】(3). 本発明によれば、半導体チップの電極パッド上および配線基板の電極上にボールボンディング法で金属ボールを形成するので、CCB方式のような高価な蒸着設備や煩雑なリフトオフ工程が不要となり、半導体集積回路装置の製造コストの低減および生産性の向上を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である半導体集積回路装置の要部を示す概略断面図である。

【図2】金属ボールのアンカー部の先端が金属ランドに埋め込まれた状態を拡大して示す断面図である。

【図3】素子形成面に電極パッドを形成した半導体チップの斜視図である。

【図4】(a)～(d)は、半導体チップの電極パッド上に金属ボールを形成する方法を示す概略図、(e)は、金属ボールの外形寸法を示す図である。

【図5】電極パッド上に金属ボールを形成した半導体チ

ップの斜視図である。

【図6】主面に電極を形成した配線基板の斜視図である。

【図7】電極上に金属ボールを形成した配線基板の斜視図である。

【図8】金属ボールの平坦化工程を示す概略図である。

【図9】電極上に金属ランドを形成した配線基板の斜視図である。

【図10】半導体チップの金属ボールと配線基板の金属ボールを熱圧着する方法を示す概略図である。

【図11】(a)～(c)は、半導体チップの金属ボールと配線基板の金属ボールとを位置合わせする方法を示す概略図である。

【図12】半導体チップの金属ボールと配線基板の金属ボールとが接合不良を引き起こす状態を示す概略図である。

【図13】金属ボールの平坦化方法を示す概略図である。

【図14】半導体チップの金属ボールと配線基板の金属ボールとが接合不良を引き起こす状態を示す概略図である。

【図15】半導体チップの金属ボールと配線基板の金属ボールを熱圧着する方法を示す概略図である。

【図16】金属ボールの平坦化方法の一例を示す概略図である。

【図17】半導体チップの金属ボールと配線基板の金属ボールを熱圧着する方法の一例を示す概略図である。

【図18】半導体チップの金属ボールと配線基板の金属ボールを熱圧着する方法の一例を示す概略図である。

【図19】金属ボールの平坦化方法の別例を示す概略図である。

【図20】半導体チップの金属ボールと配線基板の金属ボールを熱圧着する方法の別例を示す概略図である。

【図21】半導体チップを実装した配線基板の斜視図である。

【図22】本発明の一実施例である半導体集積回路装置の製造工程を示すフロー図である。

【図23】半導体チップの電極パッド上に形成した金属ボールの別例を示す拡大図である。

【図24】金属ボールのアンカー部の先端を平坦化する方法を示す概略図である。

【図25】金属ボールのアンカー部の先端が金属ランドに埋め込まれた状態を拡大して示す断面図である。

【図26】本発明の他の実施例である半導体集積回路装置の製造工程を示すフロー図である。

【図27】半導体チップの金属ボールと配線基板の電極を接続する方法を示す概略図である。

【図28】金属ボールのアンカー部の先端が電極に埋め込まれた状態を拡大して示す断面図である。

【符号の説明】

13

14

- 1 配線基板
- 2 半導体チップ
- 3 キャップ
- 4 配線
- 5 電極
- 6 GND配線
- 7 電源配線
- 8 スルーホール
- 9 リード
- 10 ろう材
- 11 GNDメタライズ
- 12 金属ベース
- 13 ろう材
- 14 Auランド
- 15 電極パッド
- 16 Auボール

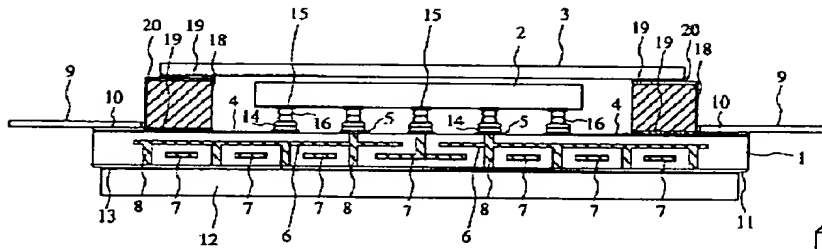
- 17 アンカー部
- 18 ダム枠
- 19 ろう材
- 20 メタライズ
- 22 Auボール
- 101 キャピラリ
- 102 トーチ
- 103 Auワイヤ
- 110 ツール
- 111 ツール
- 112 ハーフミラー
- 113 画像解析装置
- 114 ステージ
- 115 ステージ
- 116 ツール
- 117 ダミーチップ

【図 1】

【図 3】

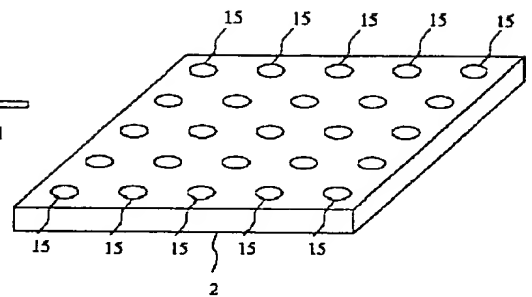
図 1

図 3



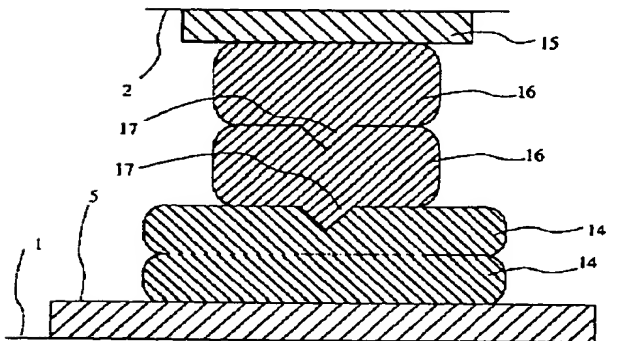
【図 2】

図 2

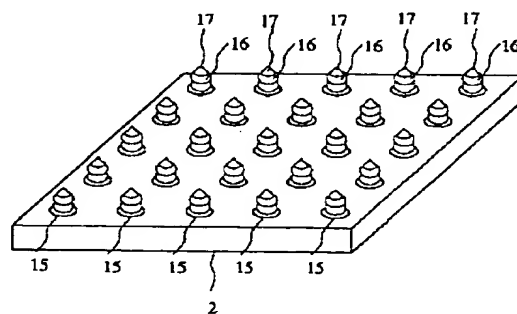


【図 5】

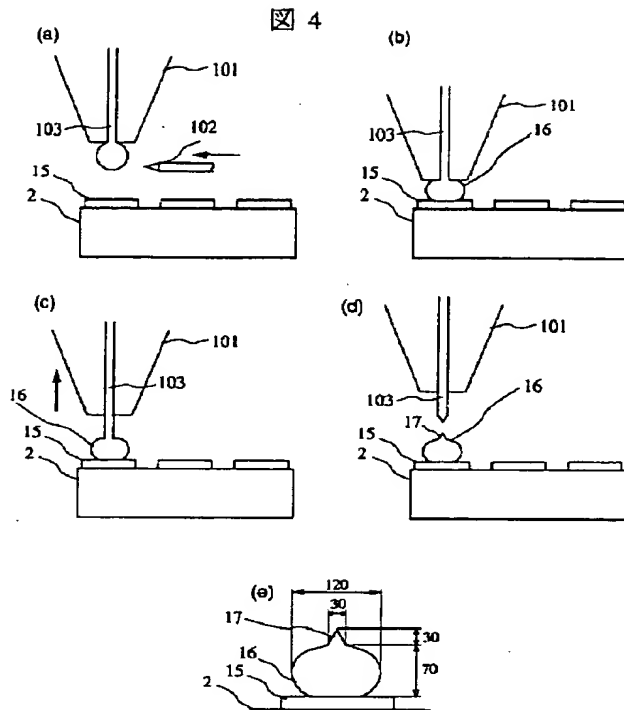
図 5



- 1: 配線基板
- 2: 半導体チップ
- 5: 電極
- 14: Auランド
- 16: Auボール
- 17: アンカー部

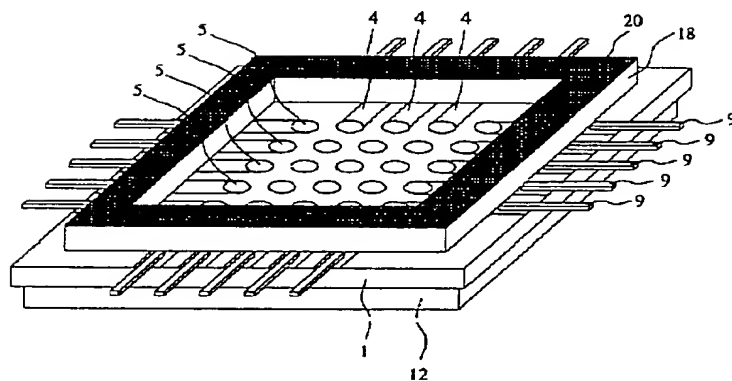


【図 4】



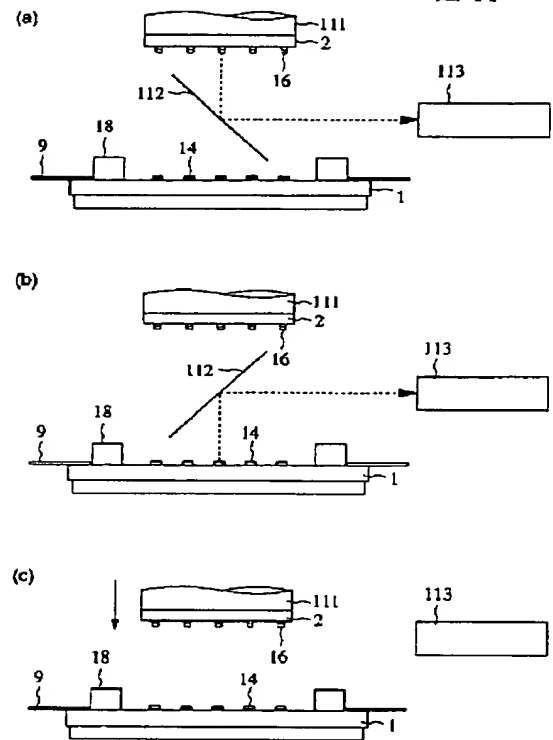
【図 6】

図 6



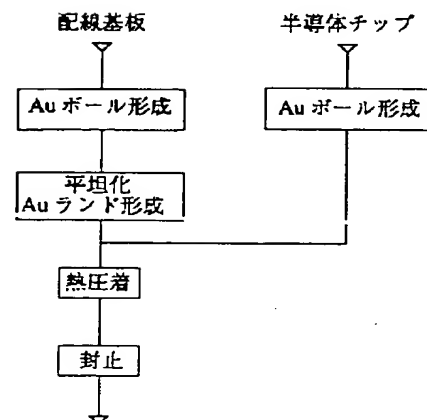
【図 11】

図 11



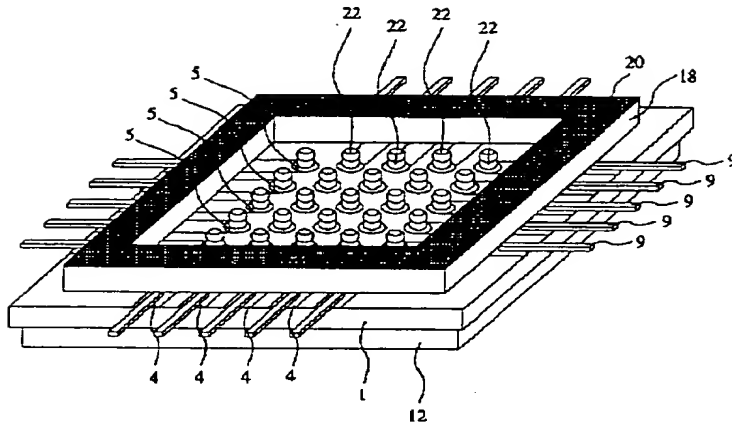
【図 22】

図 22



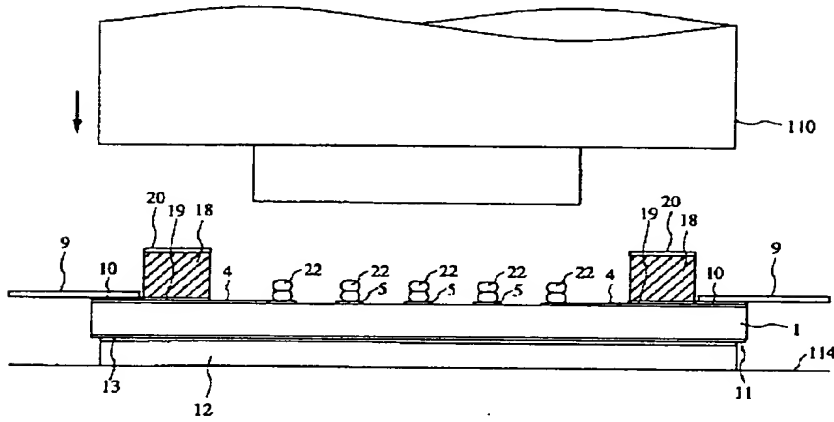
【図 7】

図 7



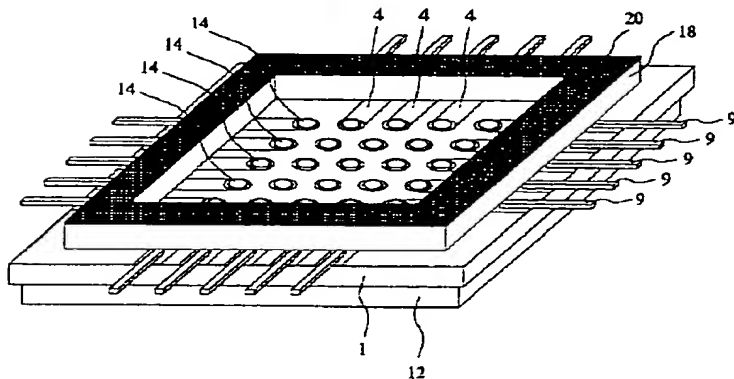
【図 8】

図 8



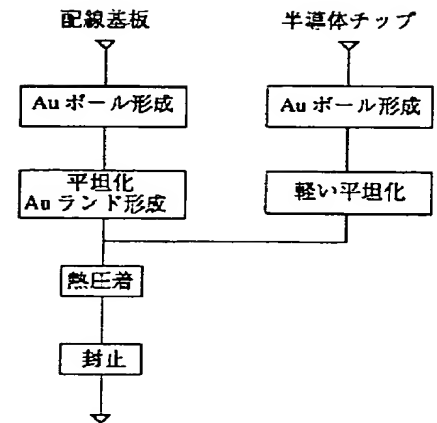
【図 9】

図 9



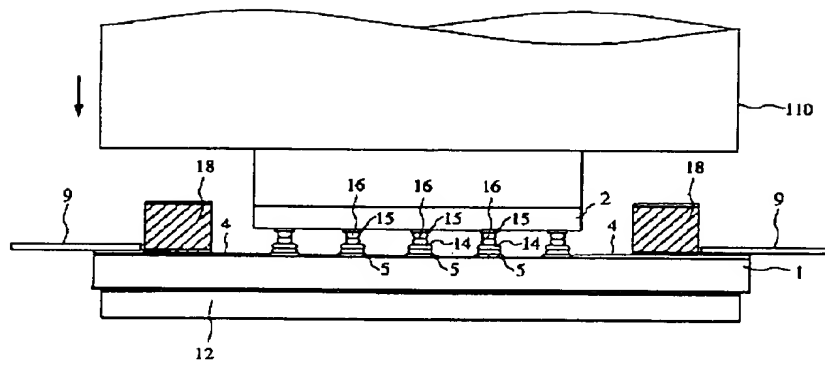
【図 26】

図 26



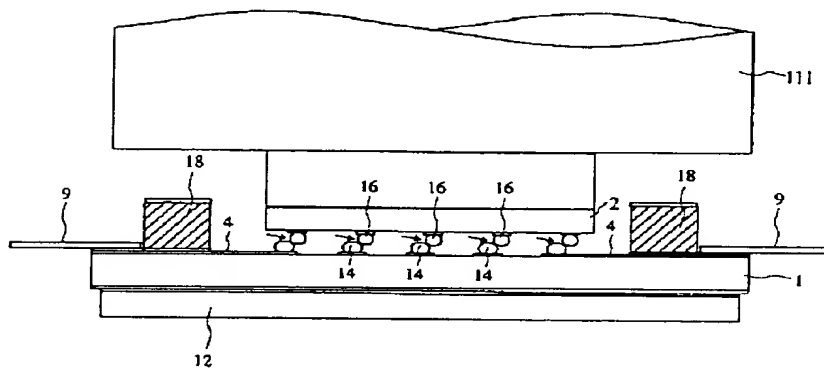
【図 10】

図 10



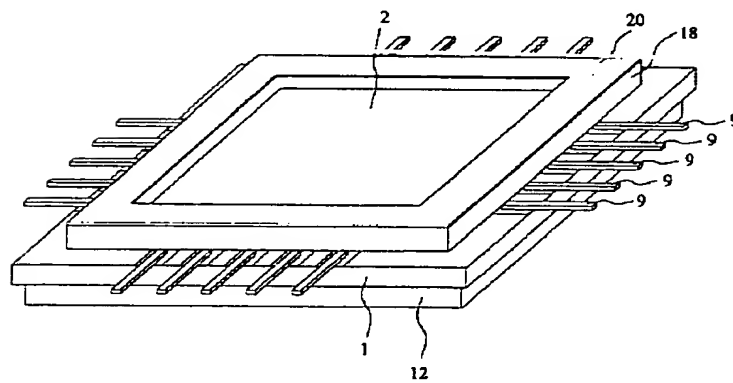
【図 12】

図 12



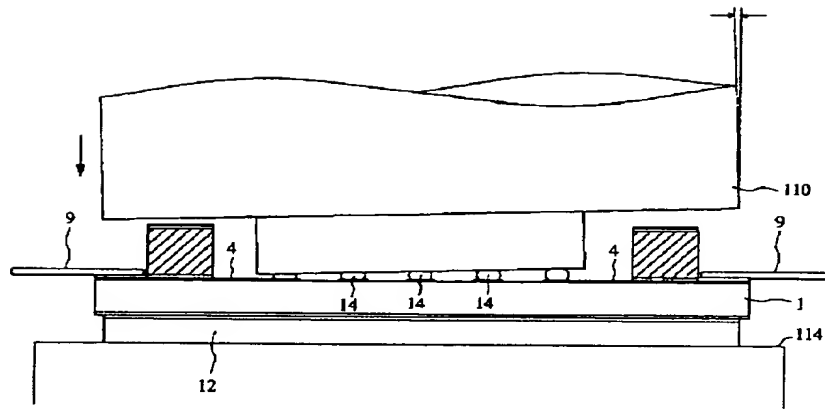
【図 21】

図 21



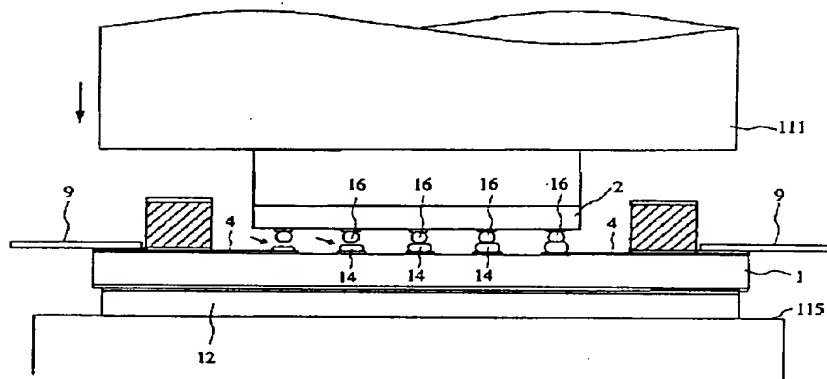
【 図 1 3 】

図 13



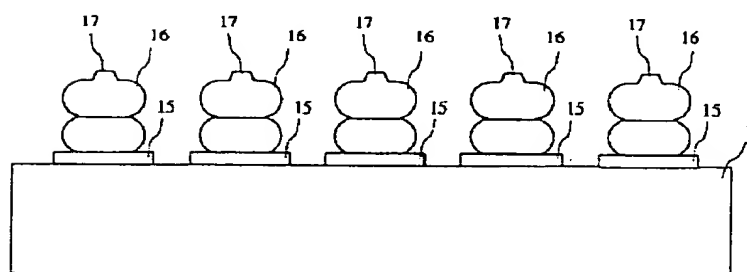
【 図 1 4 】

図 14



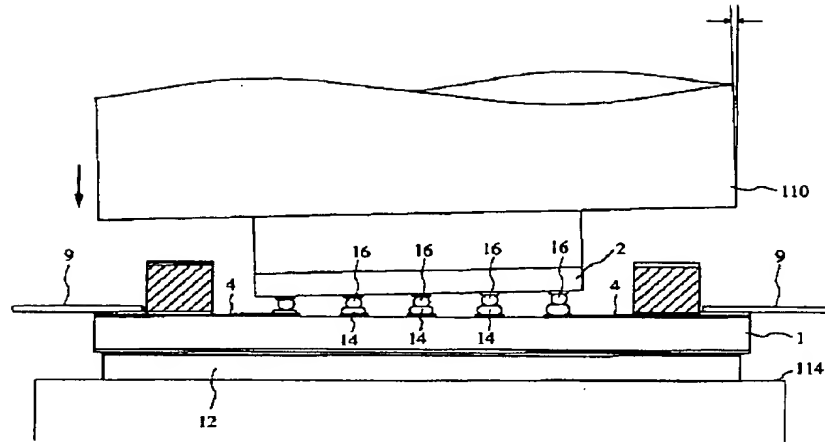
【 図 2 3 】

図 23



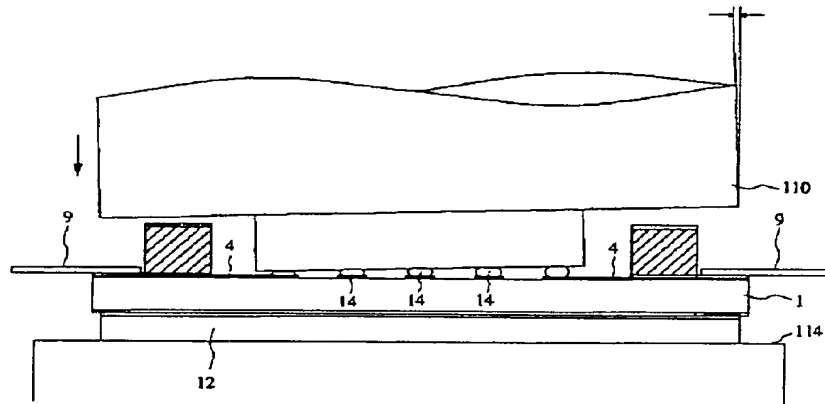
【図 15】

図 15



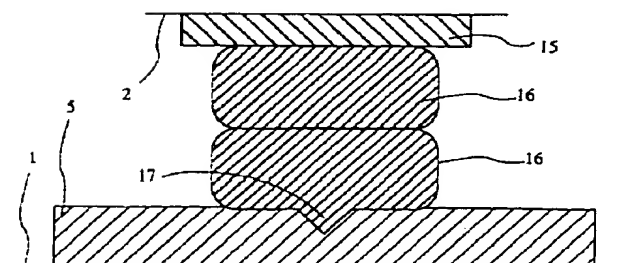
【図 16】

図 16



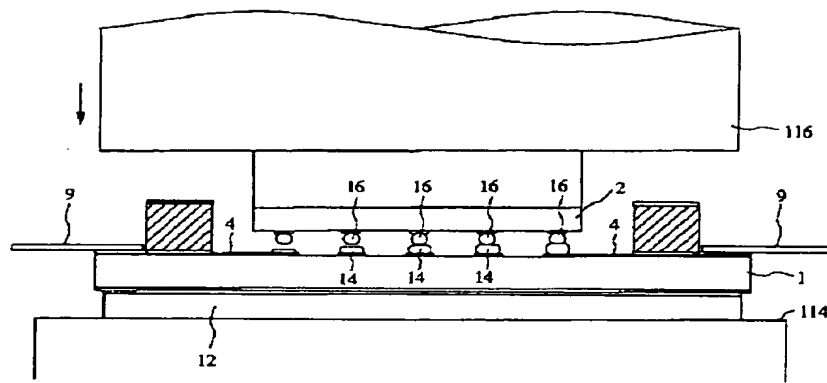
【図 28】

図 28



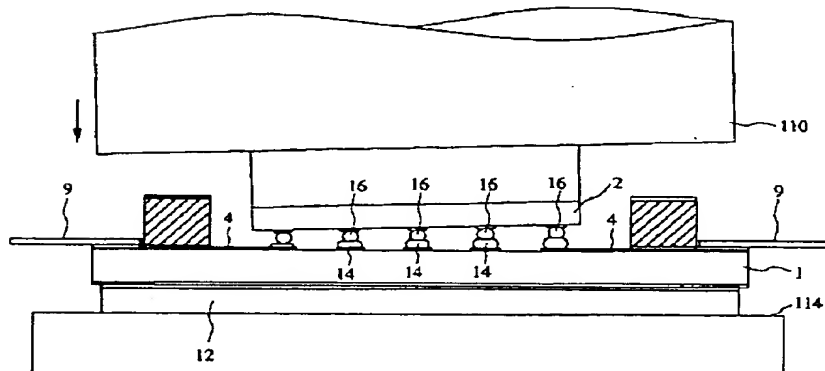
【図 17】

図 17



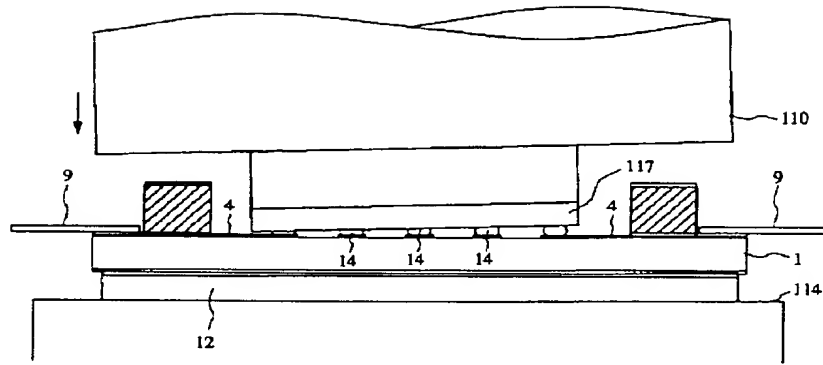
【図 18】

図 18



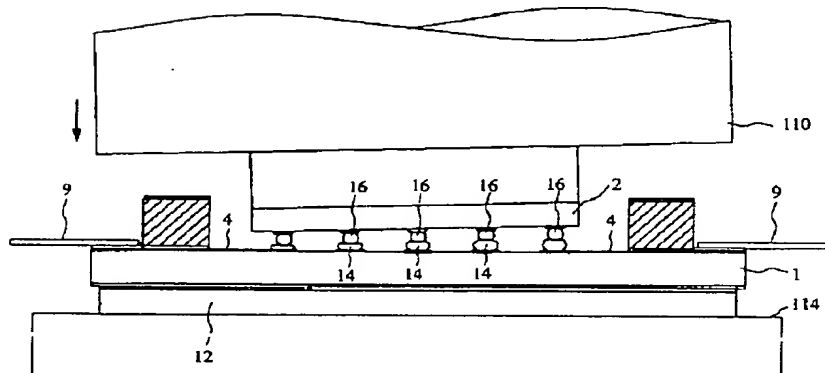
【 図 1 9 】

図 19



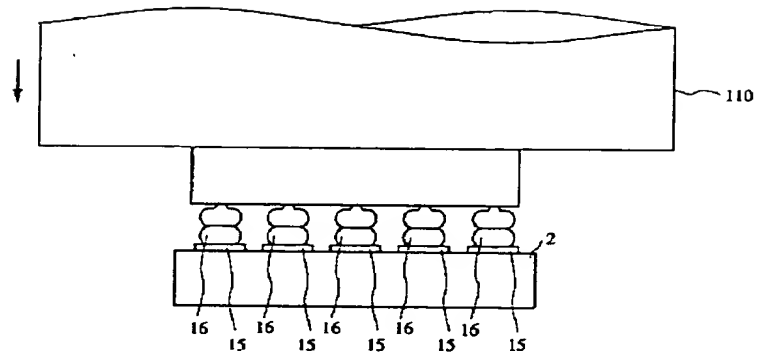
【 図 2 0 】

図 20



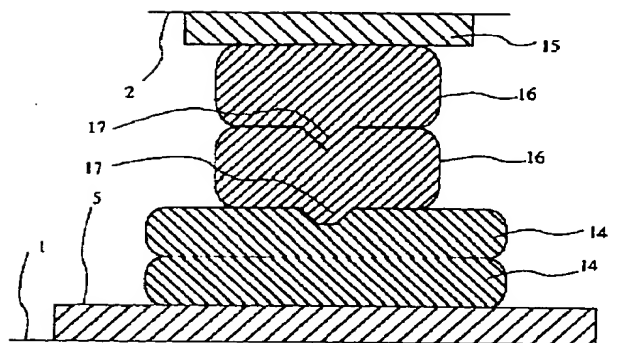
【 図 2 4 】

図 24



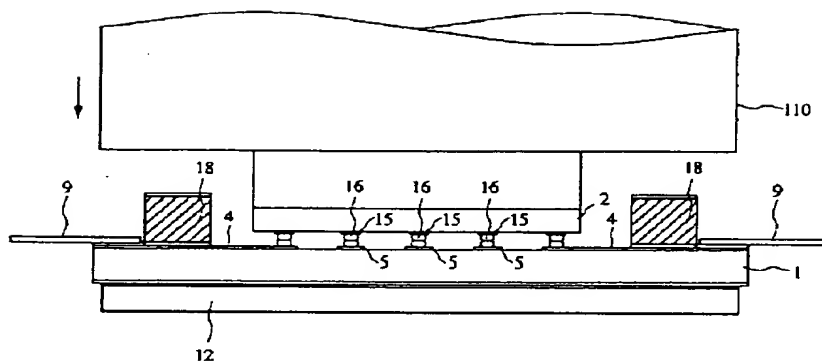
【 図 2 5 】

図 25



【図 27】

図 27



フロントページの続き

- (72) 発明者 高橋 裕之
東京都青梅市今井 2 3 2 6 番地 株式会社
日立製作所デバイス開発センタ内
- (72) 発明者 西馬 雅彦
東京都小平市上水本町 5 丁目 2 0 番 1 号
日立超エル・エス・アイ・エンジニアリン
グ株式会社内
- (72) 発明者 鎌田 千代士
東京都青梅市今井 2 3 2 6 番地 株式会社
日立製作所デバイス開発センタ内

THIS PAGE BLANK (USPTO)